

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-38372

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.*	識別記号	F I
G 0 2 F 1/015	5 0 2	G 0 2 F 1/015 5 0 2
H 0 1 L 31/00		H 0 1 P 5/02 6 0 3 E
H 0 1 P 5/02	6 0 3	H 0 1 S 3/18
H 0 1 S 3/18		H 0 1 L 31/00 Z

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-198681

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月24日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 峯尾 尚之

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(72) 発明者 坂井 俊二

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大垣 孝

(54) 【発明の名称】 高周波回路、それを用いた光モジュール及びインピーダンス整合方法

(57) 【要約】

【課題】 40GHzを超える周波数領域でも良好な周波数特性を有する高周波回路を得る。

【解決手段】 マイクロストリップ線路14と結合させて開放形スタブ16を設けて、整合回路40を構成したこと。

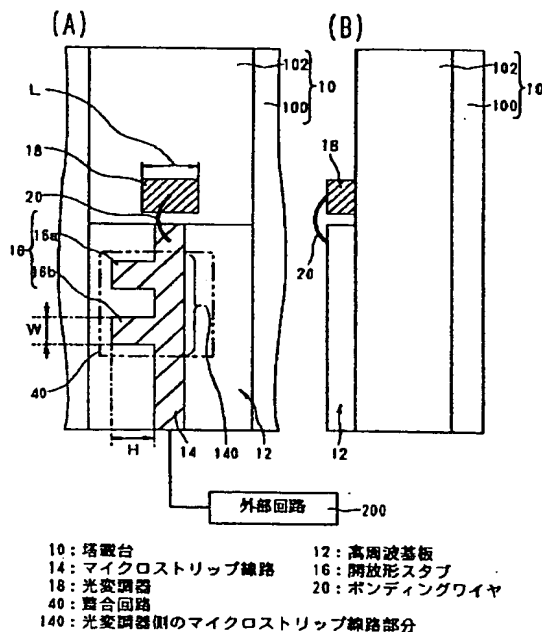


図1の実施の形態 (高周波回路)

BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロストリップ線路と該マイクロストリップ線路の先端に設けられた光半導体素子とを具える高周波回路において、  
マイクロストリップ線路と結合させて開放形スタブを設けて、整合回路を構成してあり、  
前記整合回路により高周波回路と他の回路とのインピーダンス整合がとられていることを特徴とする高周波回路。

【請求項2】 請求項1に記載の高周波回路において、前記光半導体素子を光変調器、レーザダイオード又はフォトダイオードとすることを特徴とする高周波回路。

【請求項3】 マイクロストリップ線路と該マイクロストリップ線路の先端に設けられた光半導体素子とを具える高周波回路のインピーダンス整合方法において、  
マイクロストリップ線路と結合させて開放形スタブを設けて、整合回路を構成し、  
前記光半導体素子を高周波信号により駆動させた状態で前記開放形スタブの長さおよび幅の双方または一方をトリミングして、前記高周波回路のインピーダンスを測定し、該高周波回路のインピーダンスと該高周波回路に接続されている他の回路のインピーダンスとをマッチングさせることを特徴とするインピーダンス整合方法。

【請求項4】 マイクロストリップ線路と該マイクロストリップ線路の先端に設けられた光半導体素子とを具える高周波回路を用いた光モジュールにおいて、  
前記高周波回路は、前記マイクロストリップ線路と、該マイクロストリップ線路と結合させて設けられた開放形スタブとで構成された整合回路とを具えたことを特徴とする光モジュール。

【請求項5】 請求項4に記載の高周波回路を用いた光モジュールにおいて、前記光半導体素子を導波路領域を有する導波路付き光変調器を以て構成し、該導波路付き光変調器に、前記マイクロストリップ線路の延長方向と直交する方向に延在する導波路領域を設けたことを特徴とする光モジュール。

【請求項6】 請求項5に記載の高周波回路を用いた光モジュールにおいて、前記導波路領域の長さを高周波回路の開放形スタブの長さに合わせて変えてあることを特徴とする光モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、高周波回路、それを用いた光モジュール及びインピーダンス整合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の高周波回路を使用した光モジュールとして、例えば光変調器装置がある。この装置の構成は、文献（回路実装学会誌、Vol. 10, No. 5, 1995, pp. 306~309）に開示されている。

【0003】従来の光変調器装置は、凸部を有する搭載台（キャリア）の上面に光軸に合わせて第1レンズ（非球面レンズ）、光変調器（電界吸収型光変調器）および第2レンズ（非球面レンズ）を直線的に配列してある。

【0004】また、電界吸収型光変調器と対向させかつ光軸と直交させて、高周波基板上にマイクロストリップ線路および終端抵抗器を設けている。また、マイクロストリップ線路に接続させかつパッケージに固定させて高周波コネクタが設けてある。

10 【0005】また、光変調器の端子とマイクロストリップ線路との間はボンディングワイヤにより接続されている。

【0006】従来の光変調器装置では、マイクロストリップ線路と終端抵抗器とを形成する高周波基板は、少なくとも1mm以上の幅を必要とするため、光変調器を搭載しているキャリア幅も高周波基板の幅以下に設定することはできない。従って、従来の光変調器の幅は、高周波基板の幅とほぼ同じ幅にしてある。

20 【0007】また、電界吸収型光変調器の変調帯域は、この光変調器の素子容量によって制限されるため、電界吸収型光変調器の素子長を短くして（100μm以下）、素子の低容量化を図っている。このような光変調器装置を用いることにより40GHz程度の変調帯域を実現している。

【0008】また、光変調器装置として、入射光の光散乱を防止するため、光変調器領域の長さを短縮して、変調器領域の両側に導波路領域を設けた導波路集積化電界吸収型光変調器を用いた例も報告されている。

【0009】

30 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の光変調器装置においては、以下に述べる問題点がある。

【0010】上述した電界吸収型光変調器や導波路集積化電界吸収型光変調器を使用した光変調器装置は、光変調器の素子長を短くして低容量化を図った場合、周波数応答特性が40GHz程度と高いため、40GHzを超えた周波数領域で使用しようとすると、光変調器を含む高周波回路と他の回路、例えば高周波電源回路、ドライバ回路或いはアンプ回路等とのインピーダンスのマッチングをとるのが非常に難しい。

40 【0011】そこで、40GHzを超える周波数領域でも良好な特性を有する高周波回路、それを用いた光モジュールおよびインピーダンス整合方法の出現が望まれていた。

【0012】

【課題を解決するための手段】このため、この発明の高周波回路によれば、マイクロストリップ線路と該マイクロストリップ線路の先端に設けられた光半導体素子とを具える高周波回路において、マイクロストリップ線路と結合させて開放形スタブを設けて、整合回路を構成して

あり、整合回路により高周波回路と他の回路とのインピーダンス整合がとられていることを特徴とする。

【0013】このように、この発明では、開放形スタブを設けて、整合回路を構成してあり、この整合回路により高周波回路と他の回路、例えば高周波電源回路、とのインピーダンス整合が取られているので、従来に比べ、高い周波数領域に対しても優れた高周波特性を得ることができる。

【0014】また、この発明のインピーダンス整合方法によれば、マイクロストリップ線路と該マイクロストリップ線路の先端に設けられた光半導体素子とを具える高周波回路のインピーダンス整合方法において、マイクロストリップ線路と結合させて開放形スタブを設けて、整合回路を構成し、光半導体素子を高周波信号により駆動させた状態で開放形スタブの長さおよび幅の双方または一方をトリミングして、高周波回路のインピーダンスを測定し、高周波回路のインピーダンスと高周波回路に接続されている他の回路のインピーダンスとをマッチングさせることを特徴とする。

【0015】この発明では、光半導体素子のインピーダンスにばらつきがあっても、開放形スタブの長さおよび幅の双方または一方をトリミングして、開放形スタブを含む高周波回路のインピーダンスと当該高周波回路に接続されている他の回路のインピーダンスとのマッチングを精度良くとることができる。したがって、光半導体素子として、光変調器を用いた場合、従来、実現できなかった40GHzを超える高周波特性を得ることができる。

【0016】また、この発明では、マイクロストリップ線路と該マイクロストリップ線路の先端に設けられた光半導体素子とを具える高周波回路を用いた光モジュールにおいて、高周波回路は、マイクロストリップ線路と、このマイクロストリップ線路と結合させて設けられた開放形スタブとで構成された整合回路とを具えたことを特徴とする。

【0017】このような構成にしてあるので、整合回路により高周波回路と他の回路のインピーダンス整合がとられているので、優れた高周波数特性を得ることができる。

【0018】また、この発明の実施に当り、好ましくは、光半導体素子を導波路領域を有する導波路付き光変調器を以て構成し、この導波路付き光変調器に、マイクロストリップ線路の延長方向と直交する方向に延在する導波路領域を設けてあるのが良い。

【0019】このような導波路付き光変調器を有する高周波回路を光モジュールに用いることにより、マイクロストリップ線路と開放形スタブの配設位置が変化した場合でも、開放形スタブの配設位置に対応させて導波路領域の長さを調整してあるので、入射光側のレンズ又は出射光側のレンズ位置を好適な位置にセットしておけば、

導波路領域のない光変調器に比べ、導波路領域の長さ分だけ、導波路付き光変調器から離間させることができる。したがって、レンズと高周波回路との衝突を回避することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、この発明の高周波回路、それを用いた光モジュールおよびインピーダンス整合方法の実施の形態につき説明する。なお、この実施の形態では、高周波回路として、特に光変調器装置に用いる高周波回路の例につき説明する。また、図1、図2、図5、図6および図7は、この発明が理解できる程度に各構成成分の形状、大きさおよび配置関係を概略的に示してあるにすぎない。

【0021】この発明の高周波回路の構造の説明に先立ち、図2を参照して、この高周波回路が組込まれた光モジュール、特に、光変調器装置の概略構成につき説明する。なお、図2の(A)は、光変調器装置の全体構成を示す平面図であり、(B)は、図2(A)のX-X線に沿って切断した位置での切口断面を示す図である。

【0022】光変調器装置は、凸部を有する下地(搭載台(キャリア))10と、当該キャリア10の凸部の上面に設けられた高周波基板12および光変調器18と、光学部品(第1レンズホルダ22および第1レンズ24と第2レンズホルダ26および第2レンズ28)と、電子冷却素子38を具えている。そして、これらの光構成部品は、パッケージ30内に収納されている。また、パッケージ30には、その側面に一對の光ファイバ32および34と高周波コネクタ36とが取り付けられている。そして、光ファイバ32、第1レンズ24、光変調器18、第2レンズ28および光ファイバ34が直線的に配列されかつ光軸が合うように配設されてある。上述した構成は、従来の構成と同様な構成としてある。

【0023】この発明の光変調器装置は、高周波基板上に開放形スタブを設けて、この開放形スタブと、マイクロストリップ線路の開放形スタブが設けられている光変調器側の部分とにより整合回路を構成した高周波回路を用いている(高周波回路の構成についての詳細は後述する)。

【0024】[第1の実施の形態の高周波回路]次に、図1の(A)および(B)を参照して、この発明の第1の実施の形態の高周波回路の構成につき説明する。なお、図1の(A)および(B)は、第1の実施の形態の高周波回路の主要構造を説明するための平面図および側面図である。なお、図中、斜線を付したのは、断面を表すのではなく、図を明確にするために付した線である。

【0025】第1の実施の形態の高周波回路は、下地10、高周波基板12、光変調器18およびボンディングワイヤ20により構成されている。

【0026】下地10として、ここでは、導電性を有する搭載台を用いる。この搭載台10は、平坦板100と

10

20

30

40

50

当該平坦板 100 に連続させて一体的に設けられた凸部（キャリアともいう）とを以って構成してある。そして、凸部 102 の上面には、凸部 102 と同じ幅の高周波基板 12 が設けてある。なお、ここでは、平坦板 100、凸部 102 とを一体化して形成したが、平坦板 100 上に凸部 102 を個別に設けても良い。

【0027】高周波基板 12 上には、マイクロストリップ線路 14 と結合させて 2 個の開放形スタブ 16（16a および 16b）が設けてある。なお、ここでは、マイクロストリップ線路 14 は、高周波基板 12 の長手方向、すなわち光変調器 18 に直交する方向に設けてある。また、マイクロストリップ線路 14 に接続させかつ直交させて 2 個の開放形スタブ 16（16a および 16b）を設けてある。

【0028】そして、開放形スタブ 16a と開放形スタブ 16b とは、離間させかつ平行に設けてある。したがって、この第 1 の実施の形態では、2 個の開放形スタブ 16a および 16b とマイクロストリップ線路 14 の光変調器 18 側の一部分 140 とにより整合回路 40 が構成されている（図 1 の（A）の 2 点鎖線で囲まれた部分）。そして、この整合回路 40 により高周波回路と他の回路 200、ここでは外部回路とのインピーダンス整合がとられている。なお、ここでは、外部回路 200 を高周波電源装置回路、ドライバ回路又はアンプ回路等とする。また、この第 1 の実施の形態では、開放形スタブ 16 を 2 個設けた例につき説明したが、光変調器の半導体素子の構成によっては、開放形スタブを 1 個或いは 3 個以上設けても良い。また、2 つの開放形スタブ 16a および 16b を、それぞれマイクロストリップ線路 14 に直交させて形成した例につき説明したが、何らこの形状に限定されるものではなく、例えば開放形スタブ 16a および 16b の双方または一方を傾斜させて設けてあっても良い。

【0029】また、光変調器 18 として、ここでは、従来と同じ構成の電界吸収型光変調器を用いる。この電界吸収型光変調器 18 は、搭載台 10 の凸部 102 上に、マイクロストリップ線路 14 に対向させかつ直交させて設けてある。

【0030】また、電界吸収型光変調器 18 とマイクロストリップ線路 14 とはボンディングワイヤ 20 により接続されている。このボンディングワイヤ 20 の長さは、高周波信号の伝送損失を低減するため、短く形成し\*

$$\text{反射減衰量 (dB)} = -10 \log_{10}$$

ただし、 $P_1$  は、入力端子から入力した電力 (W)、 $P_2$  は、入力端子に反射して戻ってくる電力 (W) とする。

【0038】図 3 から理解できるように、光変調器のマッチングが不十分なときは、周波数が 57.6 GHz のとき反射減衰は約 8 dB であり、周波数が 58.4 GHz のとき反射減衰は約 9 dB であり、周波数が 59.6

＊である。

【0031】〔第 1 の実施の形態のインピーダンス整合方法の説明〕次に、図 1 および図 2 を参照して、この発明の第 1 の実施の形態の高周波回路を用いたインピーダンス整合方法につき説明する。

【0032】第 1 の実施の形態の高周波回路のインピーダンス整合を行うときは、高周波コネクタ 36 側から所定の高周波信号を入力させて、光変調器 18 を駆動させた状態にしておく。

10 【0033】次に、整合回路 40 を構成している開放形スタブ 16a および 16b の長さ (H) をトリミングして、高周波回路の搭載台 10 とマイクロストリップ線路 14 との間のインピーダンスを測定する。

【0034】次に、この高周波回路のインピーダンスと当該高周波回路に接続されている外部回路 200、例えば高周波電源装置回路、ドライバ回路又はアンプ回路等のインピーダンスとをマッチングさせる。なお、ここでは、開放形スタブ 16 の長さをトリミングして他の回路とマッチングさせる方法につき説明したが、何らこの方法に限定されるものではなく、開放形スタブ 16 の幅 (W) をトリミングしても良く、また、開放形スタブ 16 の長さ

20 【0035】次に、図 3 および図 4 を参照して、第 1 の実施の形態の高周波回路を用いてインピーダンス整合させたときの反射減衰特性 (S11 パラメータともいう) につき説明する。なお、図 3 は、高周波回路のマッチングが不十分なときの反射減衰特性を表した図であり、図 4 は、高周波回路のマッチングがとれているときの反射減衰特性を表した図である。また、この両図は、横軸に周波数 (GHz) を取り、縦軸に反射減衰 (dB) を取って表す。また、この図では、縦軸には、理解を容易にするため、0 を基準にして縦軸のマイナス方向に反射減衰量を取って表している。なお、反射減衰量を計算するときに用いた回路は、上述した第 1 の実施の形態の高周波回路とする。

30 【0036】反射減衰特性を計算する方法は以下の通りとする。マイクロストリップ線路側から任意の高周波信号を入力して入力端子 (図示せず) から電力 ( $P_1$ ) を入力させる。このとき高周波回路網中に入力された電力 ( $P_1$ ) が反射されて戻ってくる電力 ( $P_2$ ) を測定して次の (1) 式から反射減衰量 (dB) を求める。

$$\text{【0037】} \quad (P_2 / P_1) \cdots (1)$$

GHz のとき反射減衰は約 10 dB であり、周波数が 60.8 GHz のとき反射減衰は約 9 dB であり、周波数が 61.6 GHz のとき反射減衰は約 8 dB である。したがって、最大反射減衰 (dB) は、59.6 GHz のとき約 10 dB となる。

50 【0039】これに対して、光変調器 18 のマッチングを最適化した場合は、図 4 から理解できるように、周波

数が57.6GHzのとき反射減衰は約9dBであり、周波数が58.4GHzのとき反射減衰は約12dBであり、周波数が59.6GHzのとき反射減衰は約30dBであり、周波数が60.8GHzのとき反射減衰は約12dBであり、周波数が61.6GHzのとき反射減衰は約7dBである。

【0040】したがって、周波数が59.6GHzにおける両者の反射減衰量を比較すると、マッチングが最適の場合は、反射減衰量が約10dBから約30dBに改善されていることがわかる。

【0041】このように、この第1の実施の形態の高周波回路を用いることにより、従来の高周波回路の構成では実現できなかった40GHzを超える周波数をマイクロストリップ線路14側から光変調器18に入力させた場合でも、極めて反射減衰量の大きな高周波特性を得ることができる。すなわち、光変調器18のマッチングが最適化されている場合は、入力端子側から入力した電力( $P_1$ )を例えば1000Wとしたとき、再度入力端子に反射して戻る電力( $P_r$ )は約1W程度の値となる。これに対して、光変調器のマッチングが不十分な場合は、入力端子側から入力した電力( $P_1$ )を例えば10Wとしたとき、再度入力端子に反射して戻る電力( $P_r$ )は約1W程度の値となる。

【0042】上述した第1の実施の形態では、光変調器18を可能な限り低容量化して高速動作を行わせるために、光変調器18の素子長(L)をできるだけ短くするのが良い。この結果、第1の実施の形態の高周波回路を光変調器装置に実装した場合、光軸合わせに問題を生じる場合がある。

【0043】次に、図5を参照して、第1の実施の形態の高周波回路を用いた場合の光軸合わせの問題点につき説明する。なお、図5は、光軸合わせの問題点を説明するためのレンズ位置、光変調器位置および開放形スタブの位置を示す図である。

【0044】第1の実施の形態では、高周波基板12上に、マイクロストリップ線路14に接続して開放形スタブ16を設けるため、高周波基板12の幅(または搭載台の幅)を従来よりも広くする必要が生じる。

【0045】第1の実施の形態の高周波回路を用いた場合、入射光( $S_1$ )を第1レンズ24に入射させると、第1レンズの焦点距離fが光変調器18の入力側端面に集光するように、第1レンズ24の位置を決めているので、高周波基板12の幅(M)を広げた場合、第1レンズ24と搭載台10の凸部の端面102aとが衝突する場合がある。このような事態を回避するため、以下に述べる第2の実施の形態の高周波回路の構成とする。

【0046】[第2の実施の形態の高周波回路]図6の(A)および(B)を参照して、第2の実施の形態の高周波回路の主要構成につき説明する。なお、図6の

(A)および(B)は、第2の実施の形態の高周波回路

を説明するための平面図および側面図である。なお、第2の実施の形態では、上述した第1の実施の形態と同様な構成成分については、第1の実施の構成と同一の符号を付して表す。

【0047】第2の実施の形態では、光変調器として、導波路付き光変調器48を用いている。導波路付き光変調器48は、第1導波路領域42、光変調器領域44および第2導波路領域46により構成されている。そして、光変調器領域44は、マイクロストリップ線路14の延長方向と直交する方向に設けてある。この光変調器領域44の一方の側に、すなわち光入力側に延在させて第1導波路領域42を設け、光変調器領域の他方の側、すなわち光出力側に延在させて第2導波路領域46を設けてある。

【0048】また、第2の実施の形態では、高周波基板12上に設けられた開放形スタブ16を、マイクロストリップ線路14に対して左側に配設してある。このため、開放形スタブ16の長さが長くなると、自動的にマイクロストリップ線路14の位置も右側にずれて配設される。

【0049】したがって、既に説明したように、第2の実施の形態では、導波路付き光変調器48の光変調器領域44を、マイクロストリップ線路14の延長方向と直交する方向に位置するように配設してある。また、この実施の形態では、第1導波路領域42の長さ( $L_1$ )を第2導波路領域46の長さ( $L_2$ )より長くしてある。

【0050】また、ストリップ線路14と導波路付き光変調器48とはボンディングワイヤ20により接続されている。

【0051】上述した第2の実施の形態の高周波回路の構成にした場合も、整合回路40により、導波路付き光変調器48のインピーダンスと他の回路のインピーダンスとの間でマッチングを取ることにより、上述した第1の実施の形態のときと同様な反射減衰特性を得ることができる。

【0052】次に、図7を参照して、第2の実施の形態の高周波回路を光変調器装置に用いた場合のレンズ位置との関係につき説明する。なお、図7は、第2の実施の形態の高周波回路とレンズの位置関係を説明するための図である。

【0053】第2の実施の高周波回路は、導波路付き光変調器48に第1および第2導波路領域42および46を用いているので、入力光 $S_1$ が、第1レンズ24に入射して第1導波路領域42の入射端面に集光するように、第1レンズ24の位置を決めている。したがって、第1導波路領域42の長さ分、第1レンズ24の位置を凸部102から離間させることができる。このため、第1レンズ24と凸部端面102aとの間、および第2レンズ28と凸部端面102bとの間の衝突を回避することができる。

【0054】上述した実施の形態では、光変調器を用いた高周波回路のマッチング方法の例につき説明したが、光変調器の代わりに例えばレーザダイオードやフォトダイオード等の光半導体素子を用いたレーザダイオードモジュール或いはフォトダイオードモジュールにも適用が可能である。

【0055】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、この発明の高周波回路および光モジュールによれば、マイクロストリップ線路と結合させて開放形スタブを設けて、整合回路を構成してあり、整合回路により高周波回路と他の回路（高周波電源回路、ドライバ回路又はアンプ回路等）とのインピーダンス整合が取られているので、従来に比べ、優れた高周波特性が得られる。

【0056】また、この発明のインピーダンス整合方法によれば、光半導体素子を高周波信号により駆動させた状態で開放形スタブの長さおよび幅の双方又は一方をトリミングして光半導体素子を含む高周波回路のインピーダンスと当該高周波回路と接続している他の回路のインピーダンスとを精度良くマッチングさせている。したがって、光半導体素子を光変調器とした場合、従来、実現できなかった40GHzを超える高周波に対しても安定した高周波特性を得ることができる。このため、製品の歩留りが著しく向上する。

【0057】また、この発明では、高周波回路は、光変調器に、マイクロストリップ線路の延長方向と直交する方向に延在する導波路領域を設けた導波路付き光変調器を用いている。このため、この高周波回路を光モジュールに使用した場合、レンズによって光変調器に集光する焦点距離の位置を変えることができる。したがって、レンズ位置を下地の端面から離間することができるため、レンズと下地との衝突を回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)～(B)は、この発明の第1の実施の形態の高周波回路の構成を説明するための平面図および側面図である。

【図2】(A)～(B)は、この発明の第1の実施の形態の高周波回路を用いた光変調器装置の構成を説明する

ための平面図および断面図である。

【図3】この発明の第1の実施の形態の高周波回路のマッチングが不十分な場合の周波数－反射減衰特性図である。

【図4】この発明の第1の実施の形態の高周波回路のマッチングを最適化したときの周波数－反射減衰特性図である。

【図5】この発明の第1の実施の形態の高周波回路を光変調器装置に使用したときのレンズの位置と搭載台の位置を説明するための図である。

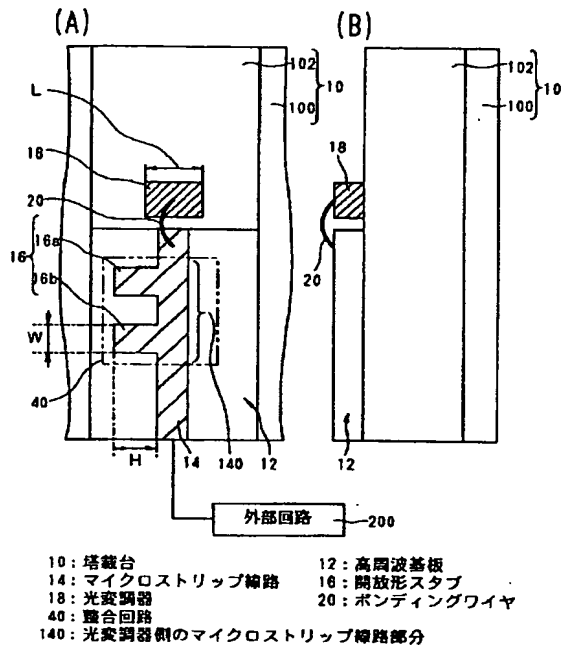
【図6】(A)～(B)は、この発明の第2の実施の形態の高周波回路の構成を説明するための平面図および側面図である。

【図7】この発明の第2の実施の形態の高周波回路を光変調器装置に使用したときのレンズの位置と高周波回路の位置を説明するための図である。

【符号の説明】

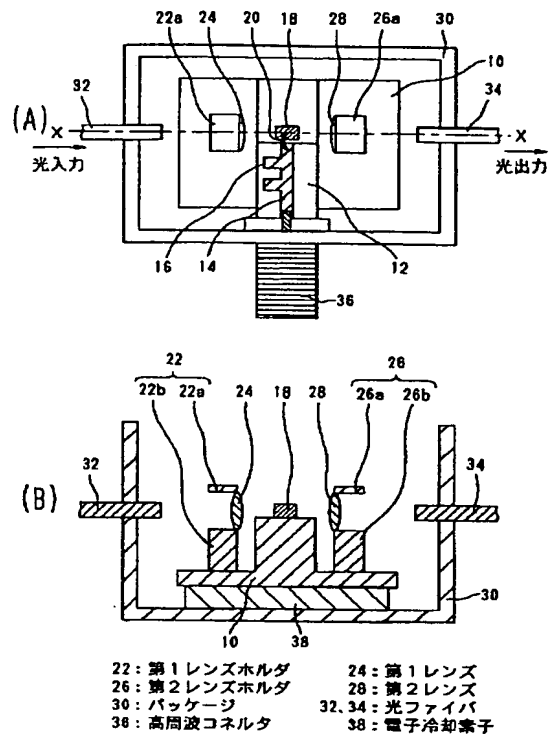
- 10：搭載台
- 12：高周波基板
- 14：マイクロストリップ線路
- 16：開放形スタブ
- 18：光変調器
- 20：ボンディングワイヤ
- 22：第1レンズホルダ
- 24：第1レンズ
- 26：第2レンズホルダ
- 28：第2レンズ
- 30：パッケージ
- 32、34：光ファイバ
- 36：高周波コネクタ
- 38：電子冷却素子
- 40：整合回路
- 42：第1導波路領域
- 44：光変調器領域
- 46：第2導波路領域
- 48：導波路付き光変調器
- 140：光変調器側のマイクロストリップ線路部分
- 200：外部回路

【図1】



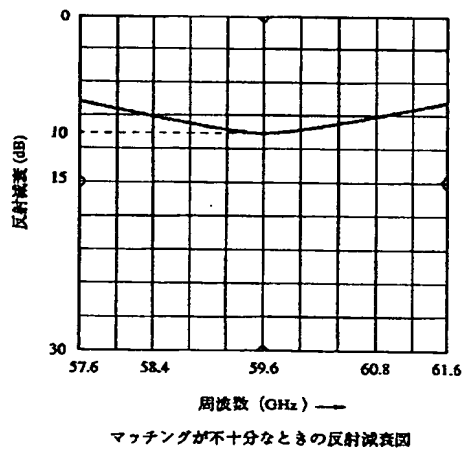
第1の実施の形態（高周波回路）

【図2】

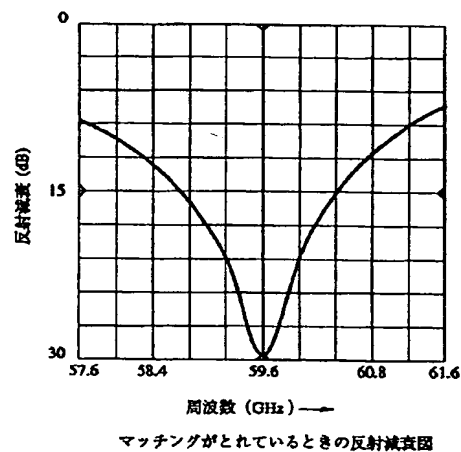


光変調器装置

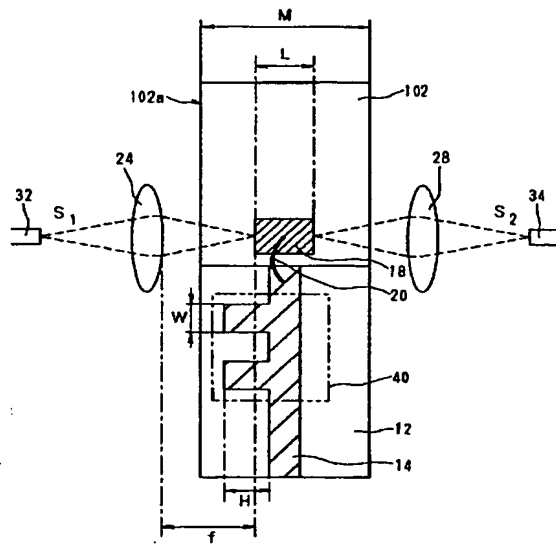
【図3】



【図4】

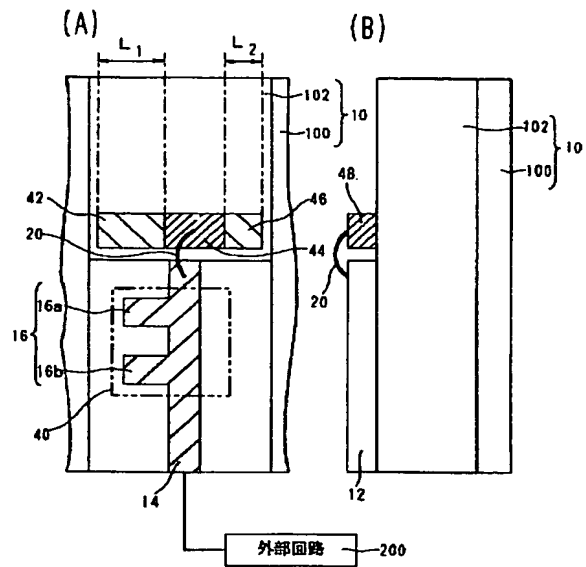


【図5】



第1の実施の形態のレンズの位置と搭載台の位置の関係

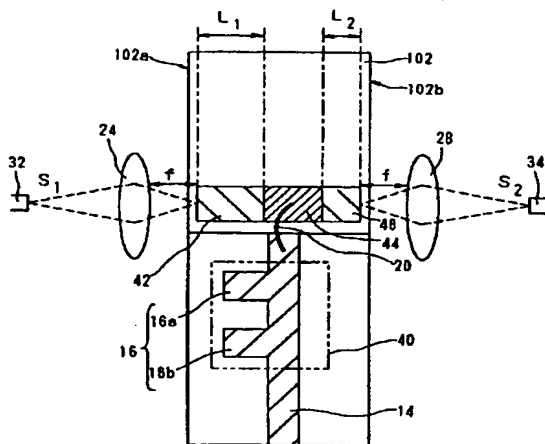
【図6】



42: 第1導波路領域      44: 光変調器領域  
46: 第2導波路領域      48: 導波路付き光変調器

第2の実施の形態

【図7】



第2の実施の形態の高周波回路とレンズ位置の関係



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**